

# 数字化转型： 将IP优势应用于空中交通管制

源自十年VoIP迁移方案的专业见解



**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real



# 目录

市场趋势 .....	3
常见的IP迁移挑战 .....	4
<b>CERTIUM解决方案支持IP转型路径 .....</b>	<b>6</b>
首先迁移VCS .....	6
首先迁移无线电台 .....	7
迁移传输网络 .....	9
<b>罗德与施瓦茨创新如何助力IP转型 .....</b>	<b>10</b>
R&S®AVQA保证语音传输质量 .....	10
<b>为什么选择罗德与施瓦茨? .....</b>	<b>11</b>
<b>结语和展望 .....</b>	<b>11</b>



# 市场趋势

## 转型

在全新用例和运行需求的推动下，空中交通管制(ATC)行业目前正在经历迫切的数字化转型：

- ▶ EVTOL和无人驾驶飞机等航空领域的新用户需要融合ATM、UTM及其底层系统
- ▶ 无扇区飞行等新型运行概念依赖于各种数据的聚合和集成
- ▶ 基于轨迹的运行(TBO)有望显著降低燃料成本和碳排放，但要求空中导航服务提供商(ANSP)和飞行员之间保持安全可靠数字连接

数字化转型涵盖：

- ▶ 云基础设施(全国)，让协作和信息共享更加简单
- ▶ 可靠安全的IP连接，保障内部和外部数据访问
- ▶ 自动化工具，降低应用的复杂程度
- ▶ 先进的中间软件和应用程序编程接口(API)
- ▶ 现代化、简单直观的集成式用户界面

尽管一部分数字化转型工作将留待在未来进行，但语音通信等任务服务型服务的数字化转型早已展开。世界各地的空中导航服务机构正在将通信基础设施从传统技术迁移到基于互联网协议的语音(VoIP)系统。在一些国家/地区，当地IT/电信服务提供商正在逐步停止提供模拟和TDM连接服务，转为仅提供IP连接服务。空中导航服务机构必须将其运行的通信系统迁移到数字IP技术。

多年以来，市场上早已推出符合ATC ED-137标准的IP解决方案，包括语音通信系统(VCS)、地面无线电台和网关。但是，大部分ATC产品供应商的解决方案并未真正进行IP转型，只是使用ED-137接口适配器进行了简单扩展。这些空中导航服务机构提供的解决方案符合ED-137标准，但仍采用传统的旧式系统架构。这种小型转型解决方案在短期内能获得VoIP支持，但是无法充分利用迁移到IP而带来的真正技术潜力。

## IP优势

IP技术可在多个方面为ATC市场带来助益。

**增强安全性：**集成语音和数据通信，强化态势感知。VoIP支持空中交通管制员轻松灵活地与多方进行通信(空对地、地对地通信)，提高安全性，降低沟通不畅或误解的风险。

**提高效率：**IP服务具有互操作性和可集成性，从一个管制员席位可以控制多个VoIP无线电台。

**节约成本：**IP系统可以根据需要轻松向上或向下扩展，无需对基础设施进行重大更改。

**运行灵活：**空中交通服务可以在航空运输协调办公室(ATCO)资源之间共享，不会受到物理位置的影响。例如，客户可以根据需要轻松向上扩展VoIP服务，并重点关注协作和自动化事宜，提高了效率并节省了成本。

**出色的服务可用性：**所有OSI层均实施了冗余措施，例如物理端口和链路备份、不相交路径确定、绕行和重新路由、优先流量处理、有效载荷纠错和应用程控保护，保证基于数据包的通信具有强大的恢复性。

通信网络转型成功，为空中导航服务机构提供了更加强大的端到端IP基础设施，能够承载VoIP和其他数据(例如图像、视频、运行数据或轨迹信息)，进一步推动数字化转型和融合。

## 后续步骤

为了充分利用IP技术的优势，空中导航服务机构需要使用全面支持IP技术并面向未来的通信解决方案。硬件和软件架构应反映基于数据包的通信，原生IP堆栈应用于系统内部通信，产品应经过强化以抵御常见的IP攻击。原生IP解决方案为满足未来用例需求而开发，包括虚拟中心、数字塔台和跨境运行。借助适当的迁移支持功能，这些解决方案还可以应对常见的IP迁移挑战。

# 常见的IP迁移挑战

罗德与施瓦茨是VoIP迁移领域的领军者，拥有长达十年的项目工作经验。空中导航服务机构面临的**最大挑战**包括：

**可靠的服务**：空中交通通信必须高度可靠且宕机时间短，因为任何通信中断问题都可能危及飞机和乘客的安全。VoIP是一种符合ED-137标准的新技术，目前对其可靠性和大流量能力可能存在一定的担忧。

**安全的通信**：空中交通通信非常灵敏，需要强大的安全机制来防止未经授权的访问，确保传输信息的完整性。相较于传统的通信系统，VoIP技术面临的威胁有所不同，也更加严峻。

**技术复杂性**：VoIP技术使用互联网协议(IP)技术，这种复杂的技术框架要求相关人员掌握专业知识和技能来开展设计、实施和维护工作。

**服务质量**：许多空中导航服务机构都会担心语音质量的问题。他们希望监控端到端语音延迟、抖动和丢包率，确保在迁移过程中提供高质量的语音传输。

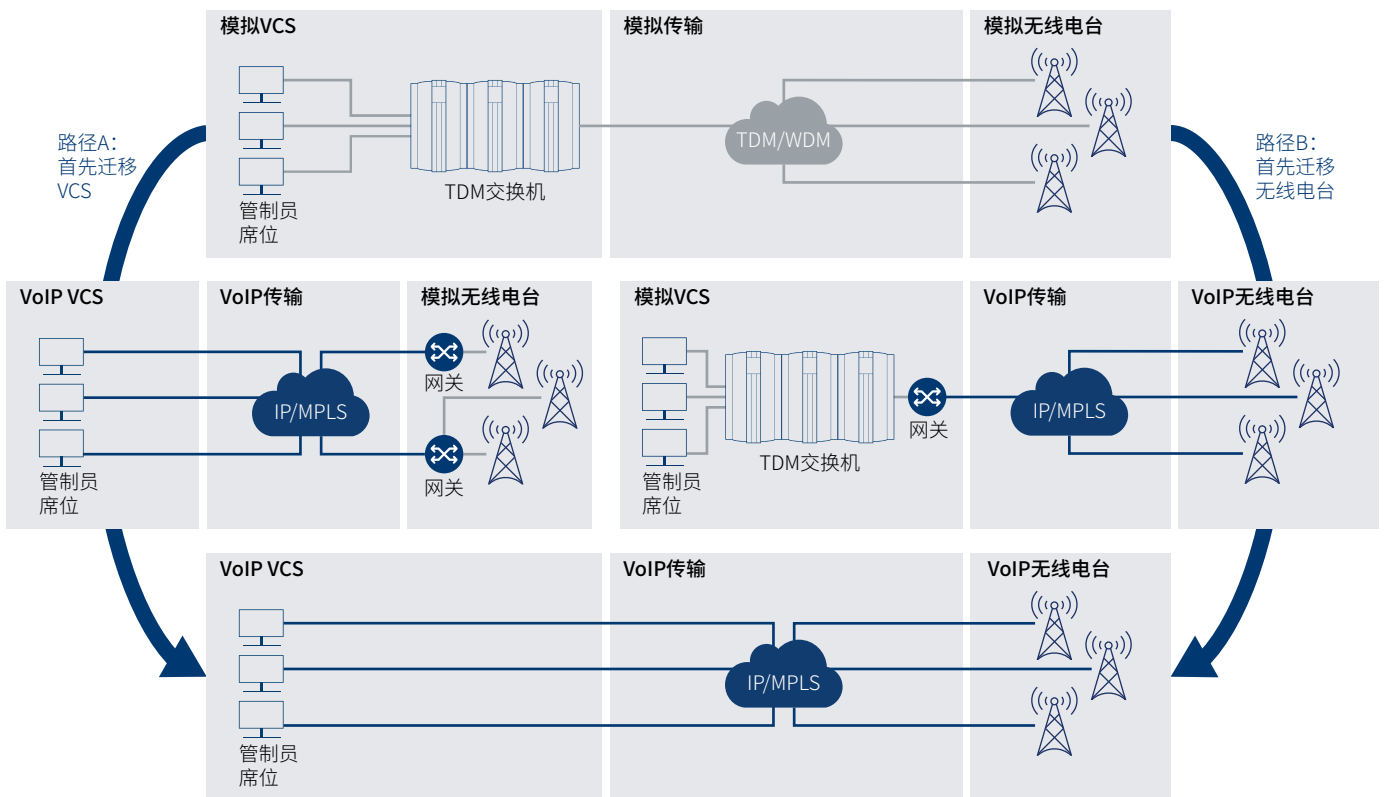


ATC基础设施的现代化转型问题也是一个挑战。ATC系统包括地面无线电台、VCS、传输网络和管理系统。无线电台和VCS的投资周期通常并不相关，因此空中导航服务机构的网络只能进行部分现代化转型。他们可以首先实施VCS的现代化转型（图1中的路径A），或者首先实施无线电台的现代化转型（图1中的路径B）。有时候，空中导航服务机构将首先适配到IP传输网络，然后再实施VCS和无线电台的现代化转型（图5中的路径C）。

解决和规划这些挑战需要利用各种资源。一些空中导航服务机构可能缺少全局意识，无法全面实施IP迁移并充分利用迁移带来的优势。空中导航服务机构可能只简单规划一对一设备替换来更换现有的设备，忽略在服务可用性、运行灵活性和效率方面的改进空间。这种分散的迁移方法无法全面实现数字化转型，进而无法为虚拟中心、数字远程塔台和跨境运行等新型运行概念提供支持。

所有迁移路径仅覆盖一个ATC区域，并混合新旧技术。迁移过程需要各种辅助设备，例如协议转换器/网关、外部接口适配装置和专用适配器。不同迁移路径与传统系统的互操作性变得更加复杂，并且会降低运行稳定性、安全性和语音质量。

图1: ATC IP迁移路径



注：“路径C：首先迁移传输网络”见图5。

# CERTIUM解决方案支持IP转型路径

## 首先迁移VCS

### 使用CERTIUM VCS迁移到安全灵活的架构

CERTIUM VCS架构可以轻松集成使用模拟或数字协议的无线电和电话系统中的任何ATC通信端点。CERTIUM VCS具有原生IP系统的所有优点，同时提供传统系统的全功能接口。

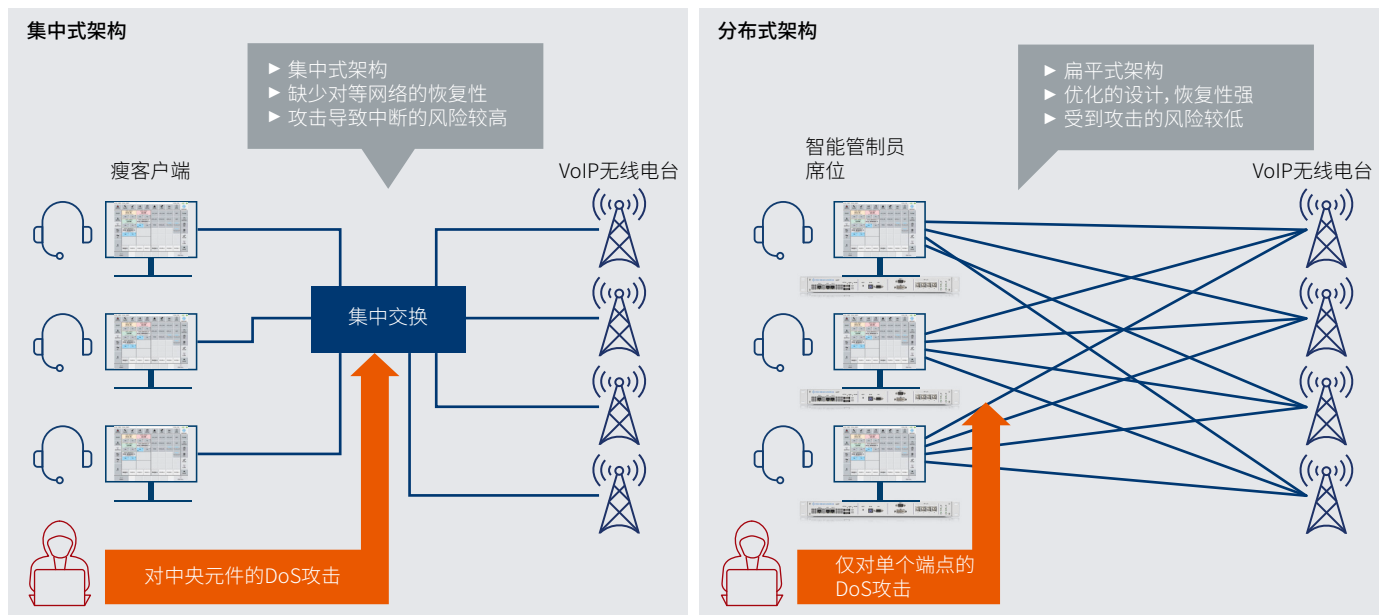
CERTIUM VCS采用分布式架构，可用于端点之间的直接任意点到点连接，能够在迁移期间和之后尽可能保证服务的可用性。与集中式VCS架构相比，这种分布式架构受到攻击的风险非常低。如果只是简单地从TDM中心交换机切换为IP中心，并不能充分利用扁平式IP架构的优势。这种架构支持独立的智能端点通信(见图2)。

CERTIUM VCS有助于将非IP系统集成到通信系统，推动整个迁移流程。传统系统能够集成到非层级设计系统中。非IP通信端点(模拟无线电台或PSTN电话)可以成为对等网状网络的一部分。CERTIUM网关允许非IP端点用作标准的VoIP端点。

非层级IP架构结合无缝集成传统端点，可以形成一款强大、灵活、可扩展的解决方案。正因如此，CERTIUM VCS数年来一直是ATC市场上的领军解决方案。

在扁平的分布式VCS架构中，所有端点共同形成一个对等网状网络，单个元件出现故障不会影响其他元件的通信。

图2: 分布式架构的优点



# 首先迁移无线电台



R&S®Series5200 ATC电台

## 使用新型CERTIUM电台的智能VoIP迁移

罗德与施瓦茨的新型R&S®Series5200 ATC电台为智能顺畅的网络迁移提供支持。从模拟环境迁移到VoIP通信基础设施，无需使用任何其他组件或外部网关。

R&S®Series5200电台具有多个IP接口和模拟4WE&M端口，可用于混合模式（见图3）。同时使用模拟和IP连接可以显著简化VoIP迁移，并且能够逐步更换电台。

将过时的模拟电台更换为新的R&S®Series5200时，新电台首先将连接到现有的模拟基础设施，以保证旧通信系统不间断地持续运行。现有的模拟VCS仍可以通过旧基础设施访问新电台，无需即时进行任何技术调整。旧的模拟电台将逐一被更换为新电台，最终顺利完成现代化转型。

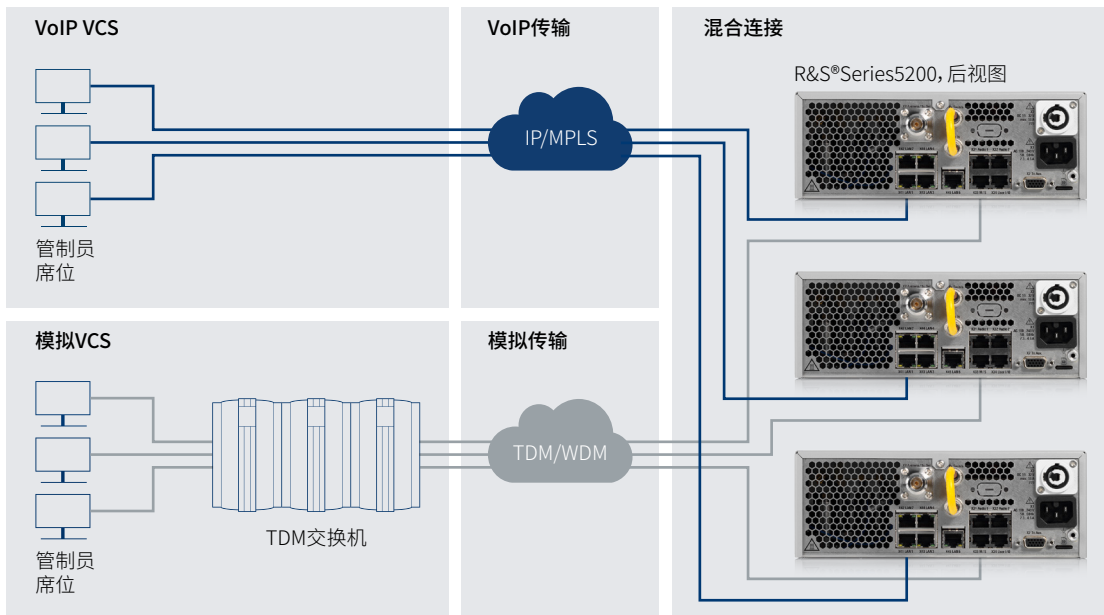
新的IP网络部署到位后，无线电台的VoIP接口将并行激活，不会影响模拟运行系统。至此才会清理端到端VoIP基础设施，真正开始技术迁移。R&S®Series5200提供混合（并行）模式，能够同时通过E&M端口连接到模拟VCS和通过IP接口连接到VoIP VCS。

罗德与施瓦茨无线电台支持同步进行模拟和VoIP呼叫，不会产生优先级冲突。电台会根据ED-137标准严格管理PTT优先级。混合模式可以在整个迁移过程中使用，空中导航服务机构不会产生迁移压力，还可以减轻运行压力。空中导航服务机构可以专注于通过深思熟虑的结构化方式迁移到新型VoIP架构。在从模拟基础设施完全转换到IP基础设施之前，空中导航服务机构可以检查迁移的连通性和运行可行性。

完成迁移后可以停用模拟无线电连接，无线电台将仅运行VoIP会话。一些空中导航服务机构可能希望完全拆除旧的模拟基础设施，也可以将其留作紧急备用设施。R&S®Series5200电台支持这两种方案。

**R&S®Series5200具有独特灵活的连接选项，能够满足未来纯IP时代的需求。**

图3：混合运行模式



## 纯IP时代的R&S®Series5200

一些空中导航服务机构倾向于在原生IP环境中运行系统，逐步拆除旧的基础设施，而不希望降低服务可用性，并需要将旧基础设施留作备用资源。R&S®Series5200电台具有出色的IP连接功能，例如提供多个LAN接口，硬件和软件架构采用安全设计方法，并且隔离网络以优化灵活性和恢复性。

R&S®Series5200提供多个LAN接口，能够轻松配置以满足不同连接方案的需求。电台提供多达五个以太网接口，能够满足当前和未来的连接要求。单个以太网接口可用于无冗余要求的简单连接场景。如需冗余连接，可以在绑定配置中运行两个以太网接口，从而实现第2层冗余。

如果管理流量与VoIP流量分开，R&S®Series5200提供的专用以太网端口可专门用于设备管理。

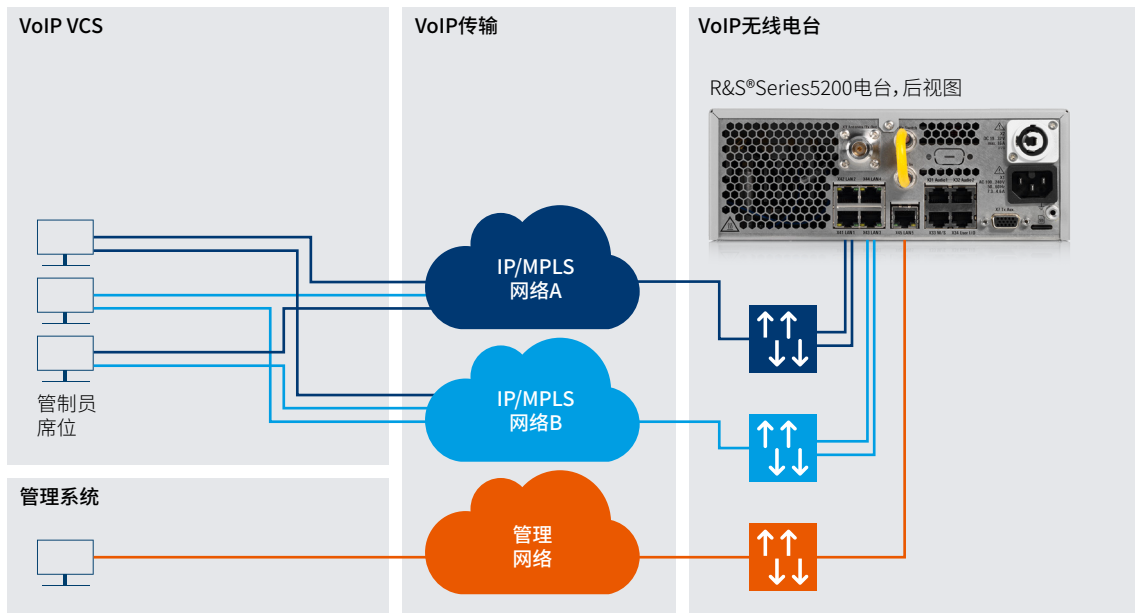
图4展示了所有五个以太网端口的实现和使用场景。四个以太网端口专用于运行网络连接，另一个端口则连接到管理和控制网络。这种实现方式的恢复性最强，能够提供第2层冗余，并真正隔离网络运行。电台连接到两个单独的IP承载网络以用于端到端通信路径。IP基础设施的任何部分因故障或维护工作而中断或受损，都不会影响R&S®Series5200电台的可访问性或可用性。

除了灵活的IP连接选项之外，R&S®Series5200还具备安全的硬件和软件架构。产品软件根据最新标准进行了强化。软件持续扫描漏洞，能够检测潜在威胁，并在检测到威胁后立即采取补救措施。

硬件设计为未来的软件更新留够空间，以应对标准化、市场要求或项目需求的变化。独立的网络模式支持R&S®Series5200应对拒绝服务攻击和第2层广播风暴问题。全面隔离的硬件元件运行完全独立的软件实体，并管理以太网接口对。如果一个网络接口由于LAN/WAN配置错误或攻击而导致流量拥塞，另一个网络接口和整个无线电台将继续正常运行，不会受到任何影响。

这些独立的网络模块意义重大，即使受到严重攻击也能保证服务的连续性。

图4: 冗余连接





# 迁移传输网络



模块化多功能  
CERTIUM网关

## 使用CERTIUM网关的VoIP协议转换

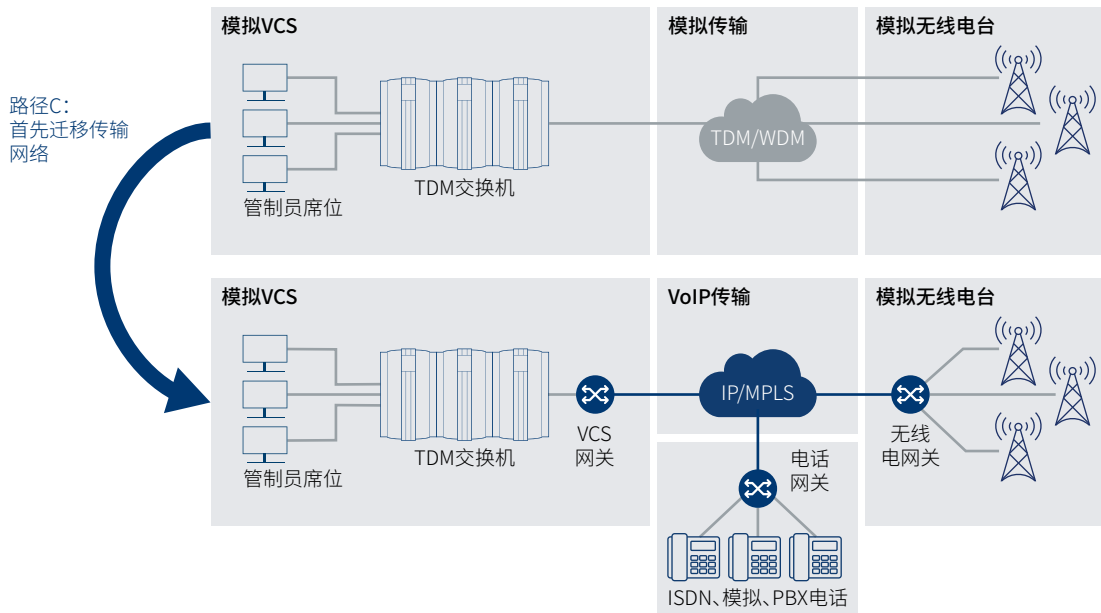
罗德与施瓦茨提供多种协议转换器, 可为空中导航服务机构的VoIP迁移提供支持。网关产品独立于CERTIUM VCS或R&S®Series5200电台。网关有助于使传统设施和IP基础设施相互适配, 非常适合用于各种迁移路径, 也是空中导航服务机构从模拟网络迁移到IP网络的关键推动因素。

网关通常有三种类型: 无线电网关、电话网关和VCS网关。无线电网关将模拟无线电连接转换为VoIP会话。电话网关将传统电话或交换机(PBX)转换到VoIP协议, VCS网关则确保传统VCS系统平稳迁移到VoIP协议。

罗德与施瓦茨在从传统系统迁移到IP设计方面拥有丰富经验, 并在全球部署了1000多个ATC网关。罗德与施瓦茨网关产品可以为现有ATC系统的迁移提供支持。这些网关产品完全符合ED-137标准, 并且经过了互操作性验证。我们的网关产品支持各种接口, 包括模拟接口和不同类型的TDM连接端口。

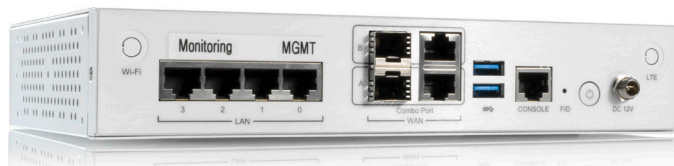
所有网关都配有冗余电源和冗余网络接口, 可以作为独立设备或冗余设备进行部署。

图5: 可能的网关部署位置



# 罗德与施瓦茨创新如何助力IP转型

## R&S® AVQA保证语音传输质量



R&S®AVQA探头S

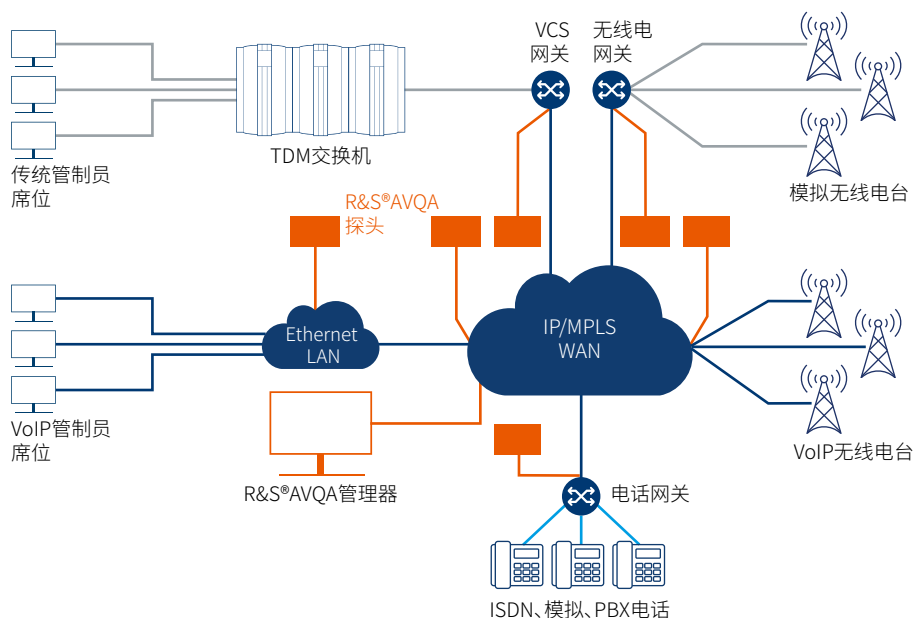
在整个IP迁移期间，在对网络进行任何更改前后都需要密切监控迁移流程并保证出色的服务质量。R&S®AVQA是用于IP实时通信服务的被动中点监测解决方案，配备R&S®AVQA分布式探头和R&S®AVQA中央管理器。R&S®AVQA探头通过非侵入式测试接入点(TAP)或SPAN(镜像)端口接收所评估网络的副本数据，从而实时分析VoIP媒体流和VoIP信令。分析会相应生成性能总结报告，并发送到R&S®AVQA中央管理器。

R&S®AVQA中央管理器提供业务逻辑和数据仓库，从探头检索质量数据，对质量数据进行后处理并生成定义的KPI报告、仪表板和警报。R&S®AVQA可以提供有关语音和无线电通信性能的信息，为高效运行和故障排查提供支持。R&S®AVQA监测解

决方案支持ED标准套件，能够监测符合ED标准的网络通信，并为罗德与施瓦茨组件和其他供应商组件提供支持。系统可以为支持GB2PP协议的罗德与施瓦茨旧式无线电台提供有关其无线电通信的附加信息，进一步简化IP迁移。

R&S®AVQA解决方案不仅有助于迁移到IP基础设施，对常规运行也大有助益。系统提供详细的故障排查信息以进行根因分析，为互连合作伙伴提供性能信息，为CAA提供质量保证报告，并为ACC管理员提供有关事件的实时信息。

图6: R&S®AVQA语音监测



# 为什么选择罗德与施瓦茨？

空中导航服务机构需要明确、恢复性强、面向未来的IP迁移解决方案，以保证在迁移期间和之后ATC运行不间断，并且符合最严格的ATC安全标准。

罗德与施瓦茨已成功为多家空中导航服务机构的IP迁移提供了鼎力支持。一个早期的例子是在2014年，罗德与施瓦茨为DFS（德国空管机构）应急网络的现代化转型提供支持，为VCS和无线电台提供端到端VoIP连接。另一个例子是NATS（英国空管机构）的转型之路，两个ACC通过无线电网连接了1700个传统无线电台，而CERTIUM VCS在其中具有600个管制员席位的虚拟中心的联合运行中发挥了重要作用。Austro Control等客户使用我们的VCS直接连接到VoIP无线电台，Airways New Zealand等客户将CERTIUM VCS用于主要和备用语音系统，每年处理的空中交通运输量超过一百万次。

罗德与施瓦茨积极参与EUROCAE VoIP的标准化工作。罗德与施瓦茨是VoIP ED标准制定工作的小组领导者，也是这项标准的首批采用者，而CERTIUM VCS是市场上首个全面实施EUROCAE VoIP标准的产品。

罗德与施瓦茨提供各种交钥匙解决方案，产品涵盖系统、安装、调试、专业服务（咨询和项目管理）以及整个生命周期的长期支持服务。

罗德与施瓦茨的无线电台和语音系统采用VoIP技术已有十几年，全球各地的客户都信赖我们提供的解决方案和专业知识。

IP迁移咨询服务对于空中导航服务机构尤为重要。罗德与施瓦茨提供全面的系统工程服务和支持，助力规划和实施VoIP迁移。所有服务都以客户及其具体情况和运行需求为重点。罗德与施瓦茨致力于为空中导航服务机构提供帮助。

罗德与施瓦茨是值得信赖的合作伙伴，在每个项目中都将用户放在第一位。成功实现转型取决于用户接受度或者改善用户体验和效率。关键在于用户的早期参与和持续参与。成功将语音等任务关键型系统从模拟基础设施迁移到IP基础设施，需要用户积极提供反馈，也是进一步进行数字化转型的基石。经验表明，新技术可以改善用户体验。

## 结语和展望

IP网络可以创建虚拟空中导航服务中心、全数字化塔台和远程塔台，从而减少ATC工作量，简化决策，并提高地面和空中系统的效率和安全性。VoIP是实施大规模迁移的第一步。空中导航服务机构越来越多地通过IP互连，ATM服务也出现了进一步的地理和垂直解耦趋势，转为由多个独立的ATM数据服务提供商提供服务。ATM基础设施将越来越多地利用先进的ICT技术，例如分布式数据中心、混合云架构、人工智能和软件定义网络。

IP迁移带来了创新应用，并为空中导航服务机构增强了未来的系统运行。保护ATM基础设施安全的需求将持续增长。这要求设计和实施网络安全措施来应对这些变化。罗德与施瓦茨是网络安全领域的技术领导者，时刻准备着迎接未来挑战。罗德与施瓦茨是CANSO的活跃成员，开发的ATC产品为实现2045年未来天空愿景的路线图提供了支持。

罗德与施瓦茨致力于支持空中导航服务机构迁移到恢复性强的现代IP网络。无论空中导航服务机构的迁移之路有多漫长，罗德与施瓦茨的解决方案和服务都能提供有效支持。

## 罗德与施瓦茨的服务 你会得到很好的照顾

- ▶ 遍及全球
- ▶ 立足本地个性化
- ▶ 可定制而且非常灵活
- ▶ 质量过硬
- ▶ 长期保障

## 关于罗德与施瓦茨公司

作为测试测量、技术系统以及网络安全方面的行业先驱, Rohde & Schwarz 科技集团通过先进方案为世界安全联网保驾护航。集团成立于90年前, 致力于为全球工业企业和政府部门的客户提供可靠服务。集团总部位于德国慕尼黑, 在全球70多个国家和地区设有分支机构, 拥有广阔的销售和服务网络。

## 罗德与施瓦茨(中国)科技有限公司

[www.rohde-schwarz.com.cn](http://www.rohde-schwarz.com.cn)

罗德与施瓦茨公司官方微信

## 可持续性的产品设计

- ▶ 环境兼容性和生态足迹
- ▶ 提高能源效率和低排放
- ▶ 长久性和优化的总体拥有成本

Certified Quality Management

ISO 9001

Certified Environmental Management

ISO 14001

Certified Information Security Management

ISO 27001

## 罗德与施瓦茨培训

[www.training.rohde-schwarz.com](http://www.training.rohde-schwarz.com)

## 罗德与施瓦茨客户支持

[www.rohde-schwarz.com/support](http://www.rohde-schwarz.com/support)



R&S® 是罗德与施瓦茨公司注册商标

商品名是所有者的商标 | 中国印制

PD 3608.9724.65 | 01.00版 | 2024年06月 (ch)

数字化转型: 将IP优势应用于空中交通管制

文件中没有容限值的数据没有约束力 | 随时更改

© 2024 Rohde & Schwarz | 81671 Munich, Germany